

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
 (10) **DE 40 24 088 C 1**

(51) Int. Cl. 5:

**F 02 D 21/08**  
 F 02 M 25/06

- (21) Aktenzeichen: P 40 24 088.6-13  
 (22) Anmeldetag: 28. 7. 90  
 (43) Offenlegungstag: —  
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 11. 7. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## (73) Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,  
DE

## (72) Erfinder:

Bender, Franz, 7317 Wendlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 31 18 787 C2

## (54) Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung in einer Brennkraftmaschine

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung in einer einen Ansaugkanal und einen Abgaskanal aufweisenden Brennkraftmaschine, mit einem den Ansaugkanal und den Abgaskanal miteinander verbindenden Abgasrückführungskanal, in welchem ein Steuerventil für den Abgasdurchfluß vorgesehen ist, mit Einrichtungen zum Ermitteln und zum Abgeben von der Motordrehzahl, der Motor-Kühlmitteltemperatur und der Motorlast entsprechenden Signalen sowie mit einer Steuereinrichtung, welche das mit einer ersten Unterdruck-Membraneinrichtung versehene Steuerventil steuerbar mit einem Unterdruck versorgt. Um eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zum Steuern der Abgasrückführung so zu verbessern, daß die Abgasrückführrate betriebspunktabhängig ohne zusätzlichen Aufwand an Steuerparametern eines Steuergerätes dosiert werden kann, wird vorgeschlagen, daß das Steuerventil eine zweite Membraneinrichtung aufweist, welche mit der ersten Membraneinrichtung mechanisch verbunden ist und entgegen der vom Unterdruck hervorgerufenen Kraft wirkt, wobei die zweite Membraneinrichtung über einen Steuerkanal mit dem Abgaskanal verbunden ist und vom Abgasgegendruck der Brennkraftmaschine beaufschlagt wird.

DE 40 24 088 C 1

DE 40 24 088 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung in einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es sind Vorrichtungen zur Steuerung der Abgasrückführung mittels eines in der Abgasrückführleitung angeordneten Steuerventils bekannt, welches durch aus dem Saugrohr der Brennkraftmaschine entnommenen Unterdruck steuerbar geöffnet werden kann. So beschreibt die DE-PS 31 18 787 eine derartige Vorrichtung, wobei der das Steuerventil ansteuernde Unterdruck in Abhängigkeit von in einem Steuergerät verarbeitenden Motorbetriebsparametern ein- und ausgeschaltet wird, das heißt das Steuerventil geöffnet und geschlossen wird. Um nicht nur ein An- oder Abschalten der Abgasrückführung zu erhalten, muß das den Unterdruck beeinflussende Ventil als Verhältnis- oder Proportionalventil ausgebildet sein, welches auch Zwischenstellungen einnehmen kann.

Dabei ist es von Vorteil, daß nicht nur ein aufwendiges Ventil eingesetzt werden muß, sondern daß auch eine entsprechende Steuerlogik mit Verarbeitung aller benötigten Referenzgrößen zur Anwendung kommen muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung so zu verbessern, daß die Abgasrückführrate betriebspunktabhängig ohne zusätzlichen Aufwand an Steuerparametern eines Steuergerätes dosiert werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Einrichtung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Das im Abgasrückführkanal zwischen dem Abgaskanal und dem Ansaugkanal einer Brennkraftmaschine angeordnete Steuerventil weist zur Betätigung des Ventilglieds zwei mechanisch gekoppelte Membraneinrichtungen auf, von denen die eine mit einem steuerbaren konstanten Unterdruck beaufschlagt wird und die zweite Membraneinrichtung über einen Steuerkanal mit dem Abgaskanal verbunden ist. Der Abgasgegendruck der Brennkraftmaschine beaufschlagt die zweite Membraneinrichtung derart, daß das Ventilglied entgegen der Kraft der das Steuerventil durch Unterdruck öffnenden ersten Membraneinrichtung betriebspunktabhängig in Richtung auf seine Schließstellung bewegt wird. Der die erste Membraneinrichtung beaufschlagende Unterdruck ist in Abhängigkeit von verschiedenen Motorbetriebsparametern an- und abschaltbar.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 schematisch den Aufbau einer erfundungsgemäßen Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung,

Fig. 2a eine Diagrammdarstellung des Ventilhubs des Abgasrückführventils in Abhängigkeit von Motorlast und Drehzahl und

Fig. 2b eine Diagrammdarstellung des Ventilhubs des Abgasrückführventils in Abhängigkeit von Motorlast und Drehzahl mit stufenweiser Abschaltung der Abgasrückführung.

In der Fig. 1 ist schematisch eine Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung einer Brennkraftmaschine dargestellt. Mit 1 ist eine Brennkraftmaschine bezeichnet, die einen Ansaugkanal 2 sowie einen Abgaskanal 3 aufweist. In einem Abgasrückführungskanal 4, welcher den Ansaugkanal 2 mit dem Abgaskanal 3 ver-

bindet, ist ein Steuerventil 5 zur Steuerung des Abgasdurchflusses durch den Abgasrückführungskanal 4 angeordnet. Das Steuerventil 5 weist zwei über Federn 6 bzw. 7 vorgespannte Membraneinrichtungen 8 und 9 auf, mittels welcher der Schaft 10 des Ventils 11 befestigt werden kann und in entsprechender Weise den Abgasrückführungskanal 4 freigibt bzw. schließt. Die Membraneinrichtung 9 ist als Unterdruck-Membraneinrichtung ausgebildet, welche über eine Unterdruckleitung 12 mit durch eine Unterdruckpumpe 13 erzeugtem Unterdruck versorgt wird. An dieser Unterdruckpumpe 13 können in nicht näher dargestellter Weise auch noch weitere Verbraucher 14 angeschlossen sein. An die Unterdruckleitung 12 kann zusätzlich ein Speicher 15 angegeschlossen sein, der ein bestimmtes Vakuumvolumenschafft und durch eine Dynamikverbesserung ein schnelleres Schalten des Steuerventils 5 ermöglicht. Im Verlauf der Unterdruckleitung 12 ist ein über einen Anschluß 16 mit der Umgebungsluft verbundener Konstantdruckregler 17 angeordnet, der den Unterdruck in der Leitung 12 auf einem konstanten, einstellbaren Niveau hält und dafür sorgt, daß Druckschwankungen in der Unterdruckleitung 12, die eine Verstellung des Steuerventils 5 zur Folge hätten und damit die Abgasrückführrate verändert würden, ausgeglichen werden. Die Einstellbarkeit des Konstantdruckreglers 17 ermöglicht den Ausgleich von Toleranzen im System und die Reduzierung von Seriensystemdruckschwankungen. Des Weiteren ist in der Unterdruckleitung 12 eine Steuereinrichtung 18 vorgesehen, die aus einem elektromagnetisch gesteuerten 3/2-Wege-Ventil besteht. Wird die Steuereinrichtung 18 aktiviert, so wird die Membraneinrichtung 9 mit Unterdruck aus der Unterdruckleitung 12 in Richtung der Pfeile 26 beaufschlagt, öffnet entgegen der Kraft der Feder 7 über den Schaft 10 das Ventil 11 und ermöglicht so die Rückführung von Abgas aus dem Abgaskanal 3 über den Abgasrückführkanal 4 in den Ansaugkanal 2. Über den Konstantdruckregler 17 wird die Höhe des Unterdrucks in der Leitung 12 derart eingestellt, daß das Steuerventil 5 bei aktiverter Steuereinrichtung 18 bis zu einer gewünschten Höhe öffnet. Die Öffnung des Ventils 11 über den Unterdruck stellt eine Sicherheit bei einem eventuellen Ausfall der Abgasrückführregelung dar, da bei einem Ausfall des Unterdruckes das Ventil 11 zwangsläufig in seine Schließstellung gebracht wird und die Abgasrückführung unterbrochen ist. Damit ist in jedem Falle die Fahrbarkeit der Brennkraftmaschine auch bei Ausfall der Steuerung gewährleistet. Der Abgasgegendruck im Abgaskanal 3 wird an einer Entnahmestelle 19 entnommen, über eine Leitung 20 der zweiten Membraneinrichtung 8 zugeführt und wirkt in Richtung der Pfeile 22 entgegen der Kraft der Feder 6. Auf diese Weise wird mit steigendem Abgasgegendruck, welcher dem Motorbetriebspunkt entspricht, das Steuerventil 5 gegen den in der ersten Membraneinrichtung 9 wirkenden Unterdruck immer mehr geschlossen und damit die Abgasrückführrate gesenkt. So wird die Abgasrückführrate in einfacher Weise dem jeweiligen Motorbetriebspunkt entsprechend gesteuert.

Die aus dem elektromagnetisch (21) betätigten 3/2-Wegeventil bestehende und im Ruhezustand gezeichnete Steuereinrichtung 18 kann in nicht dargestellter Weise angesteuert werden. Dies kann über ein Steuergerät erfolgen, welches unterschiedliche Informationen und Parameter über den Betrieb der Brennkraftmaschine auswertet. So kann das in der Unterdruckleitung 12 vorgesehene Thermoventil 22, das die Aktivierung

des Steuerventils 5 in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur der Brennkraftmaschine steuert, dadurch ersetzt werden, daß ein ohnehin in den meisten Fällen zur Verfügung stehendes Signal eines Kühlmitteltemperatursensors als eine der Eingangsgrößen des erwähnten Steuergeräts verwendet wird. Unterhalb einer vorliegenden Temperaturschwelle wird die Unterdruckbeaufschlagung der Membraneinrichtung 9 unterbrochen, so daß die Abgasrückführung bei kalter Brennkraftmaschine zur Verbesserung des Startverhaltens ausgeschaltet ist.

Eine weitere Beeinflussungsmöglichkeit der Abgasrückführung wird dadurch realisiert, daß die Steuereinrichtung 18 über das nicht gezeigte Steuergerät drehzahlabhängig betätigt wird, zum Beispiel derart, daß die Steuereinrichtung erst bei Überschreiten einer vorbestimmten Drehzahlschwelle aktiviert wird, das bedeutet, daß die Abgasrückführung unterhalb dieser Drehzahlschwelle ausgeschaltet ist und somit das Start- und Leerlaufverhalten der Brennkraftmaschine insbesondere in der Höhe und beim Rangierbetrieb verbessert wird.

Zur Vermeidung von Rauchbildung, die durch mangelnden Sauerstoffgehalt bei Abgasrückführung im Vollastbereich hervorgerufen wird, kann über einen einfachen Vollastkontakt, wie er zum Beispiel als Mikroschalter an der Einspritzpumpe der Brennkraftmaschine angeordnet ist, ein Signal an das Steuergerät gegeben werden, das die Steuereinrichtung 18 deaktiviert und in der Folge die Abgasrückführung ausschaltet.

Das beschriebene Steuerverhalten ist in der Fig. 2a in einer Diagrammdarstellung des Ventilhubs des Abgasrückführventils in Abhängigkeit von Motorlast M und Drehzahl n beschrieben. Mit 22 sind die Linien konstanten Ventilhubs bezeichnet. Mit steigender Drehzahl n steigt der Abgasgegendruck und schließt dementsprechend das Steuerventil 5, das heißt reduziert den durch die Linien 23 dargestellten Ventilhub von seinem Maximum bis auf Null. Deutlich sichtbar ist die oben beschriebene Abschaltung der Abgasrückführung, das heißt das Schließen des Steuerventils unterhalb der vorliegenden Drehzahlschwelle  $n_s$ . Ebenfalls erkennbar ist die unterhalb der Vollastkennlinie 24 verlaufende Lastabschaltung 25 mittels des weiter obenerwähnten Mikroschalters zur Vermeidung der Rauchbildung im Vollastbereich. Das von der Vollastkennlinie begrenzte Kennfeld ist demgemäß in zwei Bereiche unterteilt. In einem Bereich zwischen der Vollastkennlinie und der Lastabschaltkennlinie sowie unterhalb der Drehzahlschwelle  $n_s$  wird die Membraneinrichtung des Steuerventils nicht mit dem Unterdruck beaufschlagt, sondern ist über die in Ruhestellung befindliche Steuereinrichtung mit dem Umgebungsdruck verbunden, so daß das Steuerventil geschlossen und die Abgasrückführung somit gesperrt ist. In einem zweiten Bereich, der von der Lastabschaltkennlinie 25 nach oben sowie nach unten von der Drehzahlschwelle  $n_s$  begrenzt ist, findet eine Abgasrückführung statt in dem Maße, wie das Steuerventil geöffnet ist zwischen den eingezeichneten Stellungen "max" und "0". Der Öffnungsgrad ist dabei direkt abhängig vom Abgasgegendruck.

Aus Sicherheitsgründen kann auch eine Zwangsschaltung bei einem bestimmten wählbaren nicht eingezeichneten Schwellwert  $n_{s1}$  vorgesehen werden.

Das Diagramm aus Fig. 2b zeigt ein ähnliches Steuerverhalten und weist dieselben Bezugszeichen auf mit dem Unterschied, daß die Abschaltung der Abgasrückführung zum Vollastbereich hin an der Lastabschalt-

kennlinie, wie im Bild zu sehen ist, in der Art einer gestuften Kennlinie erfolgt. Diese gestufte Abschaltung kann zum Beispiel durch eine UND-Verknüpfung von mehreren Last- und Drehzahlschaltern erfolgen, so daß die Deaktivierung der Steuereinrichtung für bestimmte Drehzahlen  $n_x$ ,  $n_y$  und  $n_z$  bei entsprechenden unterschiedlichen Lastwerten erfolgt. Auf diese Weise entsteht die mit x, y und z bezeichnete Stufung der Lastabschaltkennlinie 25. Eine derartig gestufte Abschaltung der Abgasrückführung verbessert das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine speziell im unteren Drehzahlbereich, ohne daß auf eine Abgasrückführung als Ganzes in diesem Bereich verzichtet werden müßte.

Durch die direkte Abhängigkeit der Betätigung des Steuerventils 5 vom Abgasgegendruck wird außerdem ein Toleranzausgleich geschaffen bezüglich der immer im System vorkommenden Gegendruckschwankungen, zum Beispiel infolge von Ablagerungen von Partikeln im Abgaskanal.

In äquivalenter Weise können anstelle der beschriebenen Stellkraft Pneumatik-Unterdruck für das Steuerventil 5 selbstverständlich auch andere Stellkräfte, wie zum Beispiel Hydraulik, elektromagnetische Stellkräfte oder Überdruck verwendet werden.

Die beschriebene Steuerungsvorrichtung kann zusätzlich auch noch mit einer Drosselklappe im Ansaugkanal kombiniert werden, wodurch infolge des höheren Druckgefälles eine höhere Abgasrückführrate erzielbar ist.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern der Abgasrückführung in einer einen Ansaugkanal und einen Abgaskanal aufweisenden Brennkraftmaschine, mit einem den Ansaugkanal und den Abgaskanal miteinander verbindenden Abgasrückführungskanal, in welchem ein Steuerventil für den Abgasdurchfluß vorgesehen ist, mit Einrichtungen zum Ermitteln und zum Abgeben von der Motordrehzahl, der Motor-Kühlmitteltemperatur und der Motorlast entsprechenden Signalen sowie mit einer ersten Unterdruck-Membraneinrichtung versehene Steuerventil steuerbar mit einem Unterdruck versorgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (5) eine zweite Membraneinrichtung (8) aufweist, welche mit der ersten Membraneinrichtung (9) mechanisch verbunden ist und entgegen der vom Unterdruck hervorgerufenen Kraft wirkt, wobei die zweite Membraneinrichtung (8) über einen Steuerkanal (20) mit dem Abgaskanal (3) verbunden ist und vom Abgasgegendruck der Brennkraftmaschine (1) beaufschlagt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (18) in Abhängigkeit von der Motor-Kühlmitteltemperatur angesteuert wird.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (18) in Abhängigkeit von der Motorlast (M) angesteuert wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (11) bei Nullast vollständig geöffnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (18) in Abhängigkeit von der Motordrehzahl (n)

angesteuert wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (5) unterhalb einer vorbestimmten Drehzahlschwelle ( $n_s$ ) geschlossen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (18) aus einem elektromagnetisch (21) betätigbaren 5  
3/2-Wegeventil besteht.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 10 dadurch gekennzeichnet, daß der das Steuerventil (5) beaufschlagende Unterdruck mittels eines Reglers (17) auf einen konstanten Wert einstellbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 15 dadurch gekennzeichnet, daß im Unterdruckkreis ein Speicherelement (15) vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (5) in Abhängigkeit von der Motordrehzahl bei unterschiedlichen Lastzuständen geschlossen ist. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

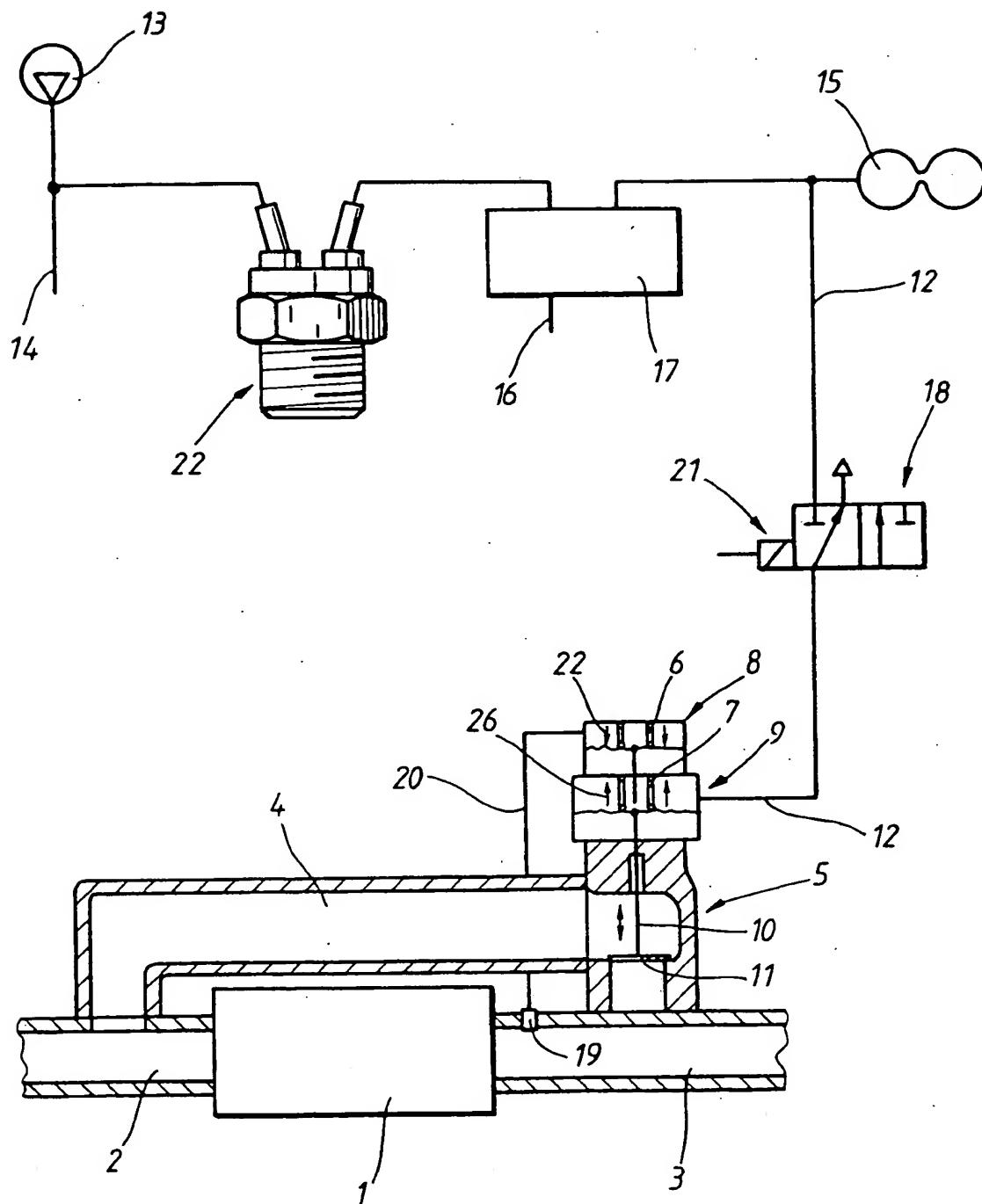
*Fig. 1*

Fig. 2a

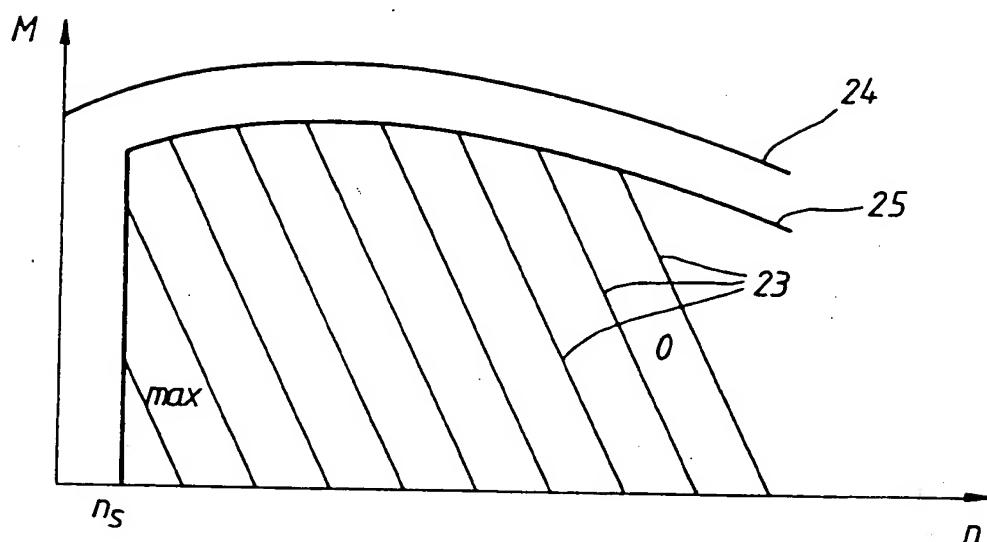


Fig. 2b

